

# KOMBINASI METODE VAVE (*VALUE ANALYSIS VALUE ENGINEERING*) DAN TRIZ: STUDI KASUS PADA PERANCANGAN *SHOCK ABSORBER*

Niswatun Faria<sup>1</sup>, Rheza Adipratama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Internasional Semen Indonesia  
Jl. Veteran, Gresik, Jawa Timur, Indonesia 61122

Email: [niswatun.faria@uisi.ac.id](mailto:niswatun.faria@uisi.ac.id)

## Abstrak

Tantangan yang dihadapi oleh seorang perancang dalam proses pengembangan produk diantaranya adalah ekspektasi konsumen, kompetisi global, inovasi teknologi, dan kondisi sosial dan ekonomi. Perusahaan dituntut untuk meningkatkan daya saing produk yang dimiliki sebelum produk tersebut diperkenalkan pada pasar untuk bersaing dengan produk-produk yang sudah ada. Daya saing suatu produk dapat dicapai dengan meningkatkan nilai (value) produk dan menekan biaya yang diperlukan. Kreativitas seorang perancang dibutuhkan untuk menghasilkan sebuah produk yang berkualitas dan murah. Untuk mewujudkan hal tersebut, salah satu alat dalam metode TRIZ dikombinasikan dengan metode Value Analysis Value Engineering (VAVE). VAVE digunakan untuk menentukan komponen yang akan dilakukan pengurangan biaya. Selanjutnya, TRIZ digunakan sebagai alat untuk menghasilkan ide-ide kreatif untuk menyelesaikan permasalahan desain menggantikan metode brainstorming. Sebuah studi kasus dikembangkan untuk memahami aplikasi kedua metode tersebut dalam perancangan produk. Hasil studi menunjukkan kedua metode tersebut dapat digunakan secara bersamaan dan saling melengkapi kekurangan masing-masing.

**Kata Kunci:** TRIZ, Value, Engineering, Inovasi

## Abstract

The challenges in the product development are customer expectations, global competitions, technological innovations, and social and economic conditions. Companies are expected to improve the competitiveness of their products before introducing the products to the market and competing with existing products. The competitiveness of a product can be achieved by increasing the value of the product and reducing the cost. Creativity is needed to design a high quality and low-cost product. To overcome this contradiction, TRIZ and Value Analysis Value Engineering (VAVE) are combined. VAVE is introduced as the initial process to detect a component with the lowest value. Then, TRIZ is proposed in the creativity phase to replace the brainstorming process to solve this problem. A case study is developed to perceive the applications of both methods in the product design. The result shows that both methods can be used simultaneously and can complement each other's shortcomings.

**Keywords:** TRIZ, Value, Engineering, Innovation

## 1. PENDAHULUAN

VAVE telah banyak diaplikasikan di bidang Teknik, khususnya dalam industri otomotif. Proses VAVE mampu menghasilkan suatu produk yang memiliki nilai lebih tinggi tanpa mengurangi fungsinya [1]. Aktivitas dalam VAVE dibagi ke dalam dua aktivitas utama yaitu: analisa fungsi dan rencana pekerjaan (*Job Plan*). *Job Plan* terdiri dari enam fase yaitu: fase informasi, fase kreatif, fase evaluasi, fase perencanaan, fase pelaporan dan fase implementasi [2] [3] [4]. Pada Fase kreatif, penggalan ide dilakukan secara acak menggunakan metode *brainstorming*. Kesuksesan dalam penggunaan metode

*brainstorming* bergantung pada pengalaman, keahlian, bakat dan latar belakang keilmuan [3]. Penggunaan metode *brainstorming* membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan ide-ide kreatif bagi orang yang baru mengenal produk tersebut. Hal tersebut berdampak pada efisiensi biaya dan waktu yang dibutuhkan dalam pengembangan produk.

Pada penelitian sebelumnya, TRIZ diaplikasikan di fase kreatif VAVE pada kasus “W12 *Inverted Siphon Project*” dengan memperkenalkan tiga prosedur baru yaitu: rancangan awal untuk mempelajari fungsi proyek, prosedur pemangkasan fungsi dan prosedur analisa interaksi [1]. Empat jenis metode TRIZ digunakan untuk menyelesaikan

masalah tersebut diantaranya: matriks kontradiksi dengan 40 prinsip inventif, prinsip empat pemisahan, Analisa Su-field dengan 76 solusi standar dan delapan pola evolusi. Pada penelitian tersebut tidak dilakukan analisa permasalahan secara mendalam untuk mendapatkan matriks kontradiksi, sehingga terdapat kemungkinan akar permasalahan tidak terselesaikan sepenuhnya.

Pada penelitian ini, metode matriks kontradiksi TRIZ dipilih sebagai alternatif proses penggalan ide di fase kreatif VAVE dengan menggunakan *Root Conflict Analysis* (RCA+) untuk menganalisa permasalahan secara terstruktur dan mengetahui akar permasalahan dari tingginya biaya produksi *shock absorber*. Penelitian difokuskan pada bagaimana kedua metode tersebut dapat diaplikasikan pada suatu proyek pengembangan produk.

## 2. METODE

Metode VAVE dan TRIZ digunakan untuk analisa pengurangan biaya pada produksi *shock absorber*.

### 2.1.VAVE (*VALUE ANALYSIS AND VALUE ENGINEERING*)

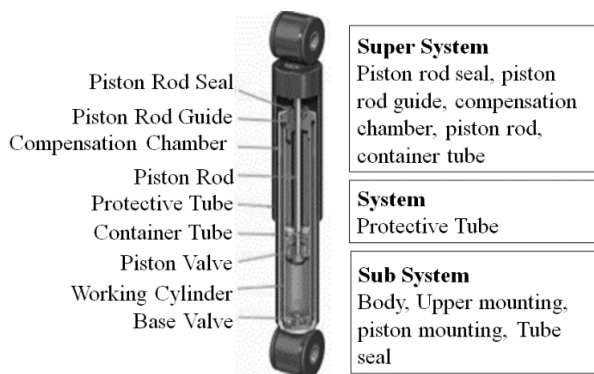
VAVE merupakan kependekan dari *Value Analysis and Value Engineering*. Metode ini pertama kali ditemukan oleh Lawrence D Miles ketika bekerja di General Electric sekitar tahun 1940-an. Awalnya metode ini dikenal sebagai *value analysis*, dan kemudian dikenal sebagai *value engineering*, *value methodology* dan *value management* [2]. VAVE berfokus pada apa yang produk tersebut dapat lakukan dari pada menjelaskan tentang produk tersebut. Metode VAVE mengarahkan pengguna untuk melihat suatu produk dari sudut pandang yang berbeda dengan memfokuskan pada fungsi produk tersebut dan mengabaikan atribut-atribut produk yang bukan merupakan fungsi utama. Prinsip pada VAVE adalah nilai dari suatu produk atau proses. Nilai (*Value*) didefinisikan sebagai sesuatu yang diinginkan

dan akan dibayarkan oleh konsumen untuk memenuhi kebutuhan dan keinginannya [5]. Carlos Fallon dan Chris O'Brien menginterpretasikan nilai sebagai rasio dari fungsi (*function*) dan biaya (*cost*), sehingga produk dengan fungsi yang sama namun memiliki biaya yang lebih tinggi dapat dikatakan sebagai produk yang bernilai rendah.

### 2.2.TRIZ

TRIZ ditemukan oleh Genrich Altshuller sekitar tahun 1988. TRIZ merupakan singkatan dalam Bahasa Russia yang artinya “Teori Pemecahan Masalah Inventif”. Altshuller merupakan seorang insinyur di kantor paten Angkatan Laut Russia. Terdapat lebih dari dua juta paten yang dianalisa untuk menemukan kesamaan, keterulangan pola dan prinsip invensi. Solusi yang ditawarkan oleh TRIZ adalah dengan mengeliminasi kontradiksi. Setiap kontradiksi merupakan pertukaran antara dua fungsi, yaitu kondisi dimana untuk mendapatkan suatu fungsi maka akan ada fungsi yang dikorbankan, contohnya: untuk meningkatkan efisiensi suatu bahan bakar maka massa total kendaraan dibatasi. Solusi dalam TRIZ terbagi dalam 5 level, semakin tinggi level solusi tersebut semakin tinggi derajat kebaruannya [6].

RCA+ (*Root Conflict Analysis*) digunakan untuk melihat akar permasalahan atau kontradiksi yang berkontribusi terhadap permasalahan umum yang ingin dipecahkan [7]. Proses dasar dalam implementasi TRIZ sebagai metode inovasi dan alat untuk menghasilkan ide terdiri dari delapan langkah, yaitu: analisa masalah, analisa RCA+ (*Root Conflict Analysis*), pemeringkatan kontradiksi, pemilihan kontradiksi, pemetaan parameter pada Altshuller Matrix, proses mendapatkan ide dengan prinsip inventif dan evaluasi ide yang didapatkan.



**Gambar 1.** Perwujudan *shock absorber* jenis tabung ganda dilengkapi dengan identifikasi sistem

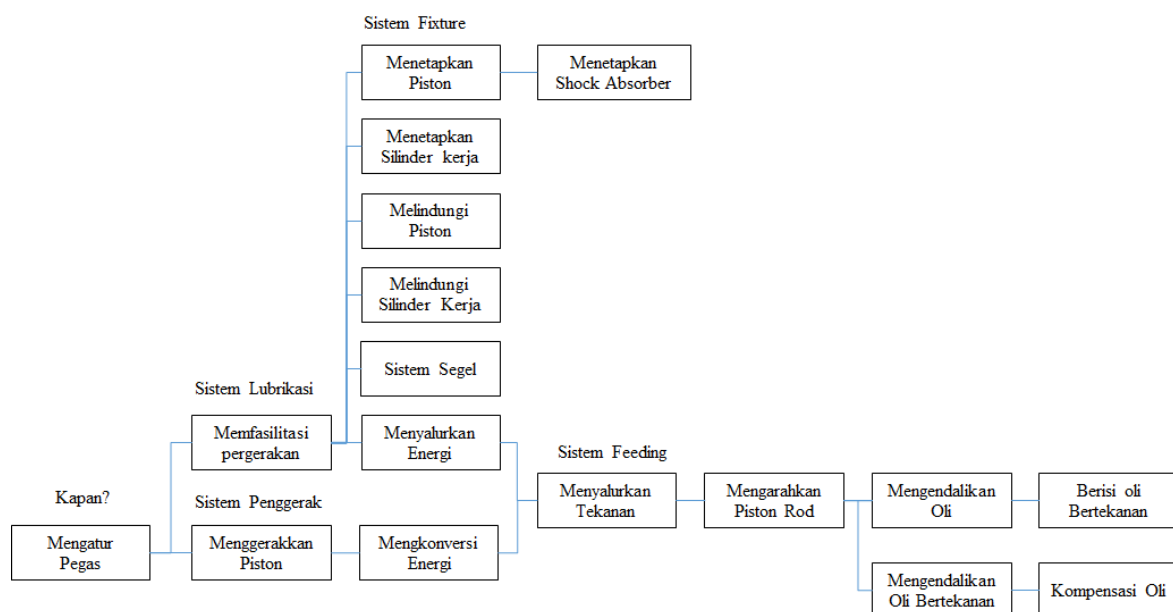
Pada penelitian ini, metode VAVE dikombinasikan dengan TRIZ untuk merancang ulang *shock absorber* dengan biaya yang lebih rendah. Pada proses VAVE terdapat enam langkah dan TRIZ akan digunakan di salah satu langkah tersebut. Pada penelitian ini, tidak semua fase pada VAVE digunakan, dikarenakan untuk tiga fase terakhir merupakan tahap evaluasi dan pengambilan keputusan yang melibatkan beberapa pemangku kepentingan terkait proses produksi *shock absorber*.

#### • Fase Informasi

Pada tahap ini, produk dievaluasi dari sudut pandang konsumen. Apa yang konsumen inginkan dan butuhkan dari produk tersebut? Apa yang mereka harapkan dari produk yang mereka beli? Apakah harga produk cukup baik? Data-data yang dibutuhkan untuk Analisa diantaranya: harga material, supplier, spesifikasi produk, proses produksi dan gambar teknik produk. Pada perancangan ini, data-data tersebut dijadikan asumsi karena keterbatasan informasi tentang produk yang dirancang.

#### • Fase Analisa

Fase ini adalah proses inti dari VAVE. Produk dianalisa secara menyeluruh. Fungsi masing-masing komponen dijelaskan dan diklasifikasikan ke dalam fungsi primer dan sekunder. Kemudian, data tersebut digunakan untuk pemetaan dalam diagram FAST (*Function Analysis System Technique*) untuk memudahkan dalam penyampaian informasi. Biaya produk dianalisa berdasarkan kontribusi komponen terhadap fungsi yang kemudian disebut sebagai biaya fungsi [8]. Langkah terakhir pada fase ini adalah memberikan peringkat pada masing-masing fungsi dan menentukan target biaya.



**Gambar 2** Diagram FAST

**Tabel 1.** Analisa fungsi pada *shock absorber*

Nama Komponen	Fungsi		Klasifikasi	
	Kata Kerja	Kata Benda	Primer	Sekunder
Sistem Fixture	Fix	Shock Absorber	x	
Upper Mount	Mendukung	Piston		x
Lower Mount	Mendukung	Silinder kerja		x
Protective Tube	Melindungi	Piston		x
Container Tube	Melindungi	Silinder kerja		x
Piston Rod Seal	Menyegel	Sistem		x
Sistem Feeding	Menyalurkan	Tekanan	x	
Working Cylinder	Contain	Oli bertekanan		x
Piston Valve	Mengendalikan	Oli		x
Base Valve	Mengendalikan	Oli bertekanan		x
Compensation Chamber	Mengkompensasi	Oli		x
Piston Rod Guide	Mengarahkan	Piston rod		x
Sistem Penggerak	Menggerakkan	Piston	x	
Piston Rod	Mengubah	Energi		x
Sistem lubrikasi	Memfasilitasi	Pergerakan	x	
Oli	Menyalurkan	Energi		x

- Fase kreatif

TRIZ diperkenalkan pada fase ini untuk menghindari proses pencarian ide yang tidak terstruktur. Proses untuk mendapatkan ide-ide kreatif untuk menyelesaikan masalah dilakukan menggunakan salah satu metode TRIZ yaitu RCA+.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Shock absorber* pada kendaraan roda empat dipilih untuk memahami metode di atas. *Shock absorber* merupakan suatu alat yang digunakan untuk menyerap atau meredam guncangan pada kendaraan. Banyak jenis *shock absorber* yang dijual di pasaran, di antaranya: pegas, penyangga karet, hidrolik dan pneumatik.

Pada penelitian ini jenis *shock absorber* yang dipilih adalah hidrolik dengan tabung ganda (*twin tube*). Jenis tersebut dipilih karena merupakan salah satu tipe *shock absorber* yang paling banyak digunakan saat ini. Gambar 1 merupakan gambar detail *shock absorber* jenis tabung ganda dan komponen-komponen pendukungnya.

#### 3.1. PROSES VAVE

Dalam penggunaan metode VAVE terdapat beberapa proses yang dilakukan seperti dijelaskan pada bagian metodologi

- Analisa Fungsi

Langkah pertama adalah Analisa fungsi. Hal tersebut diperlukan untuk memahami fungsi dari produk, Pada umumnya suatu produk memiliki banyak fungsi dan beberapa fungsi tidak dibutuhkan atau diinginkan oleh konsumen. Pada *shock absorber*, fungsi produk dibagi ke dalam empat sistem: sistem *fixture*, sistem *feeding*, sistem penggerak, dan sistem lubrikasi. Pada Setiap komponen dianalisa dan diklasifikasikan sesuai dengan fungsi dari masing-masing komponen. Klasifikasi komponen terdiri dari dua kelas yaitu primer (fungsi utama) dan sekunder (fungsi pendukung). Fungsi komponen dituliskan dalam dua kata: kata kerja dan kata benda.

**Tabel 2** Alokasi biaya fungsi

Komponen	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Biaya Per Komponen
Upper mount	0.445										0.089				0.356		0.89
Lower mount											0.089					0.801	0.89
Protective tube													1.000		0.250		1.25
Container tube														1.300			1.30
Piston rod seal	0.035											0.176					0.22
Working cylinder		0.133	0.133	0.399				0.665									1.33
Piston valve	0.065		0.065				0.520										0.65
Base valve			0.052						0.468								0.52
Compensation chamber			0.116	0.116				0.232		0.580				0.116			1.16
Piston rod guide	0.146				0.511							0.073					0.73
Piston rod	0.220	0.660	0.110	0.110													1.10
Oil			0.440			0.110											0.55
Cost Function	0.911	0.793	0.916	0.625	0.511	0.110	0.520	0.897	0.468	0.580	0.178	0.249	1.000	1.416	0.606	0.801	10.59
%	9%	7%	9%	6%	5%	1%	5%	8%	4%	5%	2%	2%	9%	13%	6%	8%	100%

**Tabel 3** Pemeringkatan fungsi

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Total	%
A	0	3	3	3	3	0	3	3	3	5	0	5	5	5	5	46	16%
B		0	3	3	3	0	3	3	3	5	1	5	5	5	5	44	15%
C			0	3	3	0	3	3	3	5	1	5	5	5	5	41	14%
D				0	3	1	3	1	0	3	1	3	3	3	3	24	8%
E					1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	10	3%
F						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	3%
G							3	0	3	3	0	5	5	3	3	25	9%
H								0	3	3	0	5	5	3	3	22	8%
I									3	3	0	5	5	3	3	22	8%
J										3	1	3	3	3	3	16	5%
K											0	3	3	0	0	6	2%
L												3	3	3	3	12	4%
M													0	1	1	2	1%
N														3	3	6	2%
O															3	3	1%
P																3	1%
																292	

0 = Equal  
1 = Minimum Importance  
3 = Medium Importance  
5 = Maximum Importance

- Diagram FAST (*Function Analysis System Technique*)

Diagram FAST digunakan untuk menunjukkan interaksi dan hubungan antar fungsi pada produk tersebut. Diagram digambarkan berdasarkan pertanyaan “bagaimana” dan “kenapa” untuk menunjukkan sebab dan akibat pada fungsi. Gambar 2 menunjukkan hubungan antara fungsi utama dan fungsi sekunder pada sistem *shock absorber*.

- Biaya Produk

Pada penelitian ini biaya produk diestimasi berdasarkan volume material yang digunakan. Material yang digunakan diasumsikan seragam untuk semua komponen kecuali oli pada sistem hidrolik.

- Biaya Fungsi

Biaya fungsi merupakan alokasi terhadap biaya komponen. Pada biaya komponen terdapat porsi biaya fungsi yang terkait pada beberapa komponen lainnya. Pada Tabel 2 **Error! Reference source not found.** biaya komponen *Lower Mount* dialokasikan untuk fungsi sistem *fixture* (K) dan menetapkan silinder kerja (P).

- Pemeringkatan Fungsi

Langkah selanjutnya adalah membandingkan fungsi menggunakan diagram Mudge seperti terlihat pada Tabel 3. Perbandingan tersebut menghasilkan peringkat fungsi berdasarkan derajat kepentingan suatu fungsi terhadap fungsi yang lain.

**Tabel 4** Biaya target

	Fungsi	Derajat Kepentingan	Biaya Target Per Fungsi	Biaya Estimasi	Perbedaan	Target Pengurangan Biaya	Target Pengurangan (%)
A	Menggerakkan Piston	16%	1.501	0.911	-0.590	-	-
B	Menyalurkan Energi	15%	1.436	0.793	-0.643	-	-
C	Mengkonversikan Energi	14%	1.338	0.916	-0.422	-	-
D	Sistem Feeding	8%	0.783	0.625	-0.158	-	-
E	Mengarahkan Piston Rod	3%	0.326	0.511	0.185	0.185	36%
F	Sistem Lubrikasi	3%	0.326	0.11	-0.216	-	-
G	Mengendalikan Oli	9%	0.816	0.52	-0.296	-	-
H	Berisi Oli Bertekanan	8%	0.718	0.897	0.179	0.179	20%
I	Mengendalikan Oli Bertekanan	8%	0.718	0.468	-0.250	-	-
J	Kompensasi Oli	5%	0.522	0.58	0.058	-	-
K	Sistem Fixture	2%	0.196	0.178	-0.018	-	-
L	Sistem Segel	4%	0.392	0.249	-0.143	-	-
M	Melindungi Piston	1%	0.065	1	0.935	0.935	93%
N	Melindungi Silinder Kerja	2%	0.196	1.416	1.220	1.220	86%
O	Menetapkan Piston	1%	0.098	0.606	0.508	0.508	84%
P	Menetapkan Silinder Kerja	1%	0.098	0.801	0.703	0.703	88%
	<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>9.531</b>	<b>10.581</b>	<b>1.050</b>	<b>3.730</b>	<b>35%</b>

Tabel 5 Innovation Situation Questionnaire

Pertanyaan	Jawaban
Deskripsikan inovasi yang ada saat ini dalam kalimat bebas!	Kita ingin mengembangkan dan memproduksi sebuah <i>protective tube</i> untuk <i>shock absorber</i> yang lebih murah namun tetap handal dalam memberikan perlindungan pada silinder kerja. Oleh karena itu sebuah rancangan baru perlu untuk dikembangkan.
Deskripsikan sebuah sistem (produk) yang harus ditingkatkan (batasi pada komponen yang akan kamu ubah)!	<i>Protective Tube</i>
Deskripsikan tujuan dari perbaikan!	Untuk menurunkan biaya <i>protective tube</i> tanpa mengurangi fungsinya.
Tunjukkan daftar tuntutan utama, persyaratan dan batasan untuk solusi yang akan ditawarkan. Coba untuk menjelaskan secara spesifik!	- Rancangan struktur bagian dalam tidak bisa diubah
	- Rancangan bentuk dan estetika tidak boleh menurun
	- Fungsi proteksi dari material luar harus sama atau lebih baik
	- Biaya harus diturunkan
	- Keandalan paling tidak tetap sama
Apakah ada solusi yang telah diketahui untuk menyelesaikan permasalahan tersebut? Jika Iya, sebutkan dan jelaskan kenapa masing-masing solusi tidak bisa digunakan!	- Proses manufaktur harus lebih murah
	Tidak ada

- Biaya Target

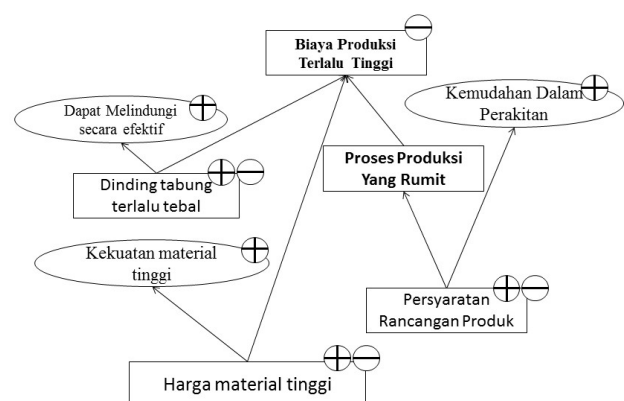
Peringkat yang dihasilkan pada langkah sebelumnya digunakan untuk menentukan fungsi biaya target. Biaya target didapatkan dengan mengalikan prosentase kepentingan terhadap biaya target total. Pengurangan biaya ditentukan sebesar 10% pada kasus ini. Biaya target kemudian dibandingkan dengan biaya estimasi atau biaya fungsi seperti pada Tabel 4. Jika biaya target lebih rendah dibandingkan biaya estimasi maka terdapat ruang untuk melakukan pengurangan biaya.

### 3.2.PROSES TRIZ

Hasil pada proses VAVE menunjukkan bahwa fungsi M (melindungi piston) sebagai target utama untuk dilakukan pengurangan biaya. Fungsi melindungi piston pada *shock absorber* diwakili oleh *protection tube*, sehingga komponen *protection tube* yang akan dijadikan sebagai obyek pengurangan biaya. Proses pengurangan biaya akan dilakukan menggunakan metode TRIZ.

- Identifikasi Sistem

Analisa TRIZ dimulai dengan identifikasi sistem pada produk yang akan dikembangkan. Identifikasi sistem dilakukan dengan mengelompokkan komponen-komponen penyusun ke dalam *super-system* dan *sub-system*. Komponen pada *shock absorber* dibagi ke dalam tiga kategori Gambar 1 dengan *protection tube* sebagai sistem utama.



Gambar 3 Diagram RCA+



**Tabel 6** Pemeringkatan kontradiksi

		Jumlah Komponen Super-system Paling Kecil				Jumlah Komponen Sub-system Paling Kecil				Lebih Mudah Untuk Mengubah Komponen				Sesuai Dengan Strategi Bisnis			
		1	2	3	Skor	1	2	3	Skor	1	2	3	Skor	1	2	3	Skor
1	Dinding Tabung Terlalu Tebal		+	-	0		0	0	0		-	+	0		+	-	0
2	Persyaratan Rancangan Produk	-		-	-2	0		0	0	-		-	-2	-		-	-2
3	Harga Material Tinggi	+	+		2	0	0		0	+	+		2	+	+		2

- **Pemilihan Masalah**

Permasalahan terpilih yaitu “bagaimana cara merancang *protective tube* dengan biaya produksi yang lebih rendah tanpa mengurangi fungsi produk?”. Pada umumnya proses pemilihan masalah melibatkan diskusi antar pemangku kepentingan dan proses pemilihan masalah berbeda-beda untuk setiap organisasi.

- *Innovation Situation Questionnaire* (ISQ)

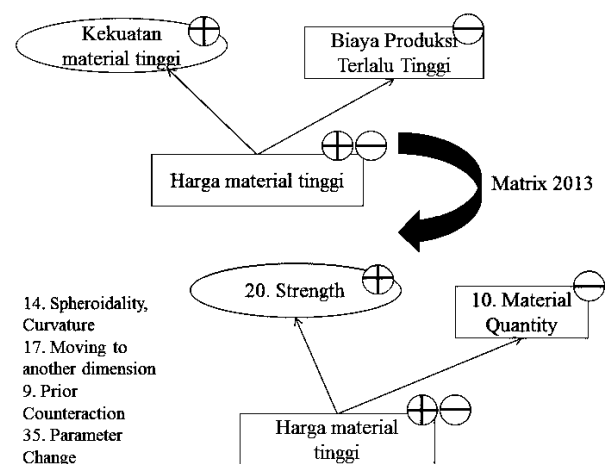
Tabel 5 digunakan untuk menjelaskan situasi, identifikasi permasalahan, tujuan, kebutuhan dan persyaratan. Beberapa bagian pada ISQ akan digunakan pada tahap evaluasi.

- *Root Conflict Analysis* (RCA+)

RCA+ bertujuan untuk mengelola kompleksitas dari suatu permasalahan inventif dengan melakukan identifikasi kontradiksi. Kontradiksi adalah kondisi dimana suatu permasalahan memiliki efek positif dan negatif. Untuk mendapatkan kontradiksi maka perlu dilakukan analisa terhadap permasalahan tersebut. Dalam melakukan RCA+ pemecah masalah mencari tahu “apa” yang menyebabkan masalah yang juga disebut dengan efek negatif muncul. Efek negatif akan dihilangkan menggunakan metode TRIZ. RCA+ dimulai dengan menyebutkan permasalahan utama kemudian dilakukan Analisa apa saja yang menyebabkan permasalahan tersebut muncul. Proses lengkap RCA+ disajikan pada Gambar 3.

- **Pemeringkatan Kontradiksi**

Pada proses RCA+ di atas menghasilkan tiga buah kontradiksi. Proses pemeringkatan dilakukan untuk menentukan kontradiksi yang akan diselesaikan terlebih dahulu. Terdapat empat kategori untuk membandingkan ketiga kontradiksi tersebut seperti terlihat pada Tabel 6. Jika kontradiksi searah dengan kategori maka diberi nilai “plus”, dan jika berlawanan arah dengan kategori maka diberi nilai “minus”. Nilai tersebut kemudian dijumlahkan, dan kontradiksi dengan skor tertinggi akan dipilih untuk dilanjutkan pada proses selanjutnya. Pada kasus ini kontradiksi “Harga Material Tinggi” yang terpilih untuk diselesaikan.

**Gambar 4** Solusi Permasalahan Menggunakan Matrix 2013

Tabel 7 Ide pemecahan masalah

Prinsip Inventif	Solusi
Spheroidality	Desain <i>protection tube</i> dibuat lebih melengkung
Moving to Another Dimension	-
Prior Counter-Action	Melapisi bagian luar piston sehingga tidak memerlukan <i>protection tube</i> .
Parameter Change	Mengganti material dengan material kualitas lebih rendah.
	Ukuran <i>protection tube</i> disesuaikan dengan panjang maksimal piston ketika kondisi tidak aktif.
	Mengganti material dengan polimer

- Pemetaan Parameter Dengan Althsuller Matrix

Efek positif dan negatif pada kontradiksi terpilih diterjemahkan ke dalam parameter yang terdapat pada Altshuller Matrix. Matrix yang digunakan di tahap ini adalah versi 2013. Beberapa prinsip invensi didapatkan melalui matrix ini seperti terlihat pada Gambar 4.

- Ide Solusi Dengan Prinsip Inventif
- Proses penggalian ide dilakukan dengan menerjemahkan solusi abstrak yang ditawarkan oleh TRIZ ke dalam solusi nyata. Beberapa solusi yang bisa dihasilkan disajikan dalam Tabel 7.

#### 4. KESIMPULAN

VAVE dan TRIZ merupakan suatu metode desain yang kuat untuk menyelesaikan permasalahan dalam desain ketika digunakan secara terpisah. Fokus VAVE adalah *value* suatu produk sedangkan TRIZ untuk mendapatkan ide-ide solusi kreatif secara sistematis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyatukan kedua metode tersebut sehingga penggunaan keduanya dapat dioptimalkan. Tidak semua langkah pada proses VAVE dijelaskan dikarenakan keterbatasan informasi. Namun, studi kasus tersebut menunjukkan bahwa kedua metode dapat digunakan secara bersamaan tanpa ada proses yang terulang. Melalui studi kasus *shock absorber*, terlihat kedua metode tersebut saling melengkapi untuk menyelesaikan permasalahan desain yaitu pengurangan biaya.

Kelemahan pada VAVE untuk proses pemecahan masalah ditutupi oleh TRIZ. Dalam aplikasinya, penggunaan kombinasi ini melalui proses yang cukup panjang untuk mendapat solusi kreatif, namun proses pemecahan masalah terfokus pada masalah utama.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Allah SWT atas segala anugerah yang diberikan kepada Penulis. Orang tua penulis yang senantiasa mendukung setiap langkah penulis.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] X. Mao, X. Zhang dan S. M. AbouRizk, "Enhancing Value Engineering Process by Incorporating Inventive Problem-Solving Techniques," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 135, no. 5 (May 2009), pp. 416-424, 2009.
- [2] S. International, *Value Standard And Body of Knowledge*, 2007.
- [3] J. S. Borza, "TRIZ Applied to Value Management: How Structured Innovation Enhances Value Brainstorming," *The Altshuller Institute for TRIZ Studies*, Massachusetts, 2010.
- [4] L. D. Miles, *Technique of Value Analysis and Engineering*, Eleanor Miles Walker, 1989.
- [5] R. J. Park, *Value Engineering: A Plan for Invention*, CRC Press, 1998.
- [6] I. Ekmekci dan M. Koksall, "TRIZ Methodology And an Application Example



for Product Development,” dalam World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship, Istanbul, 2015.

- [7] V. V. Souchkov, TRIZ And Systematic Innovation, Enschede, The Netherlands: ICG Training & Consulting, 1997-2016.
- [8] U. Ibusuki dan P. C. Kaminski, “Product Development Process With Focus On Value Engineering And Target-Costing: A Case Study in An Automotive Company,” International Journal of Production Economics, vol. 105, pp. 459-474, 2007.